

VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA  
FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A INFORMATIKY  
KATEDRA ELEKTROTECHNIKY

Návrh technického řešení a zpracování  
projektové dokumentace MaR pro  
centrum chirurgických oborů a  
operačních sálů MNO

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Autor práce: Tomáš Galeziok  
Vedoucí práce: Ing. Tomáš Mlčák, Ph.D.

2015

VŠB - TECHNICAL UNIVERSITY OF OSTRAVA  
FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMPUTER  
SCIENCE  
DEPARTMENT OF GENERAL ELECTRICAL ENGINEERING

Design of technical solution and  
processing of a project documentation of  
M&C for a center of surgical  
instrumentation disciplines and operating  
rooms in Ostrava City Hospital

BACHELOR THESIS

Author: Tomáš Galeziok  
Supervisor: Ing. Tomáš Mičák, Ph.D.

2015

# Zadání bakalářské práce

Student:

**Tomáš Galeziok**

Studijní program:

B2648 Projektování elektrických zařízení

Téma:

Návrh technického řešení a zpracování projektové dokumentace MaR  
pro centrum chirurgických oborů a operačních sálů MNO.  
Design of technical solution and processing of project documentation of  
M&C for center of surgical instrumentation disciplines and operating  
rooms in Ostrava City Hospital.

Zásady pro vypracování:

Zadání:

- Navrhnete technické řešení systému měření a regulace a centrální vizualizace pro objekt Centra chirurgických oborů a operačních sálů MNO. Koncepce systému bude založena na systému s komunikací po otevřené sběrnici pro budovy (např. LonWorks, BACnet).
- Zpracujete projektovou dokumentaci na základě návrhu včetně zpracování soupisu materiálu. Projektová dokumentace bude zpracována dle vyhlášky č. 499/2006 Sb. O dokumentaci staveb se změnami vyhláškou č. 62/2013 Sb. v rozsahu „dokumentace pro provádění stavby“.

Práce bude obsahovat:

1. Návrh řídicího systému na základě volně programovatelných DDC stanic s komunikací po otevřené sběrnici pro budovy a jeho vypracování do podoby schéma systém MaR. Toto schéma bude součástí projektové dokumentace.
2. Návrh regulačních obvodů dle podkladů profese vzduchotechnika, vytápění, chlazení, zdravotnicka, medicínální plyny a silnoproudá elektrotechnika. Vypracování schéma regulace dle návrhu regulačních obvodů a schéma MaR v EPLAN P8.
3. Zpracování seznamu datových bodů.
4. Výkresovou dokumentaci půdorysů objektu rozdělenou do jednotlivých pater.
5. Návrh kabeláže a zpracování seznamu potřebných kabelů včetně délek a dimenzace.
6. Ekonomickou rozvahu a celkový rozpočet vypracovaný dle vyhl. 230/2012 Sb. v cenové hladině ÚRS Praha 2014.

Seznam doporučené odborné literatury:

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Tomáš Mlčák, Ph.D.**


Datum zadání: 01.09.2014

Datum odevzdání: 07.05.2015



---

doc. Ing. Vítězslav Stýskala, Ph.D.  
*vedoucí katedry*



---

prof. RNDr. Václav Snášel, CSc.  
*děkan fakulty*

## ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Já, níže podepsaný student, tímto čestně prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal. Zároveň prohlašuji, že text mnou odevzdané závěrečné práce v písemné podobě i na CD nosiči je totožný s textem závěrečné práce vloženým v databázi Edison.

Ostrava dne: 05.05.2015

  
.....  
podpis studenta

## PODĚKOVÁNÍ

Chtěl bych touto cestou v první řadě poděkovat firmě MEARING s.r.o., která mi poskytla veškeré zázemí pro zpracování tohoto specifického tématu. Dále panu Ing. Tomáši Mlčákovi Ph.D., za odborné směřování v technické problematice, cenné rady a jiná doporučení v oblasti projektování.

Ostrava dne: 05. 05. 2015



.....  
podpis studenta

## ABSTRAKT

Cílem mé Bakalářské práce je přiblížit široké veřejnosti problematiku profese měření a regulace, tvorbu projektu a zajímavosti jednotlivých projekčních činností.

Jako předloha pro tvorbu této bakalářské práce byla projektová dokumentace ve stupni DPS (dokumentace provádění stavby) pro návrh a výstavbu budovy chirurgických oborů a operačních sálů v městské nemocnici Ostrava.

Tvorba projektové dokumentace byla založena na komunikaci s ostatními profesemi (vzduchotechnici, silnoprůdaři, slaboprůdaři, požární bezpečnost, atd...).

Cílem projektu bylo řízení budovy z hlediska nastolení příjemného klima, měření spotřeb energií, a neelektrických veličin (mediplny, voda, ...). Jednalo se tedy o řízení budovy jak z ekonomických tak provozních požadavků na chod celé budovy.

*Klíčová slova:*

*Městská nemocnice Ostrava, chirurgické centrum, operační sály, větrání, požární bezpečnost*

## **ABSTRACT**

The aim of this work is to raise public awareness of the problems of the profession of measurement and regulation, development of the projects and interesting individual design activities.

As a model for the creation of this work was project documentation in the degree of DPS (documentation execution of the project) for the design and construction of buildings of surgical departments and operating room, in the Ostrava city hospital.

The creation of the project documentation was based on the communication with other professions (HVAC, high power electrical engineering, low-voltage, fire safety, etc ...).

The aim of the project was building management in terms of the establishment of pleasant climate, the measurement of energy consumption and non-electrical quantities (mediplyny, water, ...). It was therefore building management for both economic and operational requirements for the operation of the whole building.

*Keywords:*

*Ostrava City Hospital, surgical center, operating rooms, ventilation, fire safety*



## SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

ARO	Anesteziologicko Resuscitační Oddělení
ČSN	Česká Státní Norma
DDC	Přímé Digitální Řízení (Direct Digital Control)
DPS	Dokumentace pro Provádění Stavby
EPS	Elektronický Požární Systém
FCU	Jednotka Přímého Chlazení/Vytápění (Fancoil Unit)
FM	Frekvenční Měnič
HVAC	Vytápění, Chlazení a Klimatizace (Heating, Ventilating and Air Conditioning)
IP	Internetový Protokol
IRC	Regulace Jednotlivých Místností (Individual Room Control)
IT	Izolovaná síť (Insulation Terre)
JIP	Jednotka Intenzivní Péče
MaR	Měření a Regulace
MNO	Městská Nemocnice Ostrava
NP	Nadzemní Podlaží
PELV	Ochranné Malé Napětí (Protective Extra Low Voltage)
PP	Podzemní Podlaží
SELV	Bezpečné Malé Napětí (Safety Extra Low Voltage)
TN	Síť s Uzemněným Nulovým Bodem (Terre Nutre)
UPS	Zdroj Nepřerušovaného Napětí (Uninterruptible Power Supply/Source)
VZT	Vzduchotechnická Jednotka

# OBSAH

<b>1</b>	<b>ÚVOD .....</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>TEORETICKÝ POPIS BUDOVY CHIRURGICKÝCH OBORŮ A OPERAČNÍCH SÁLŮ MĚSTSKÉ NEMOCNICE OSTRAVA.....</b>	<b>12</b>
2.1	Elektrické rozvody v místnostech pro lékařské účely .....	12
2.1.1	Místnosti skupiny 0.....	13
2.1.2	Místnosti skupiny 1 .....	13
2.1.3	Místnosti skupiny 2.....	14
2.1.4	Napájení místnosti jednotlivých skupin dle ČSN 33 2000-7-710.....	15
2.1.5	Barevný kód zásuvkových vývodů .....	16
2.1.6	Síť IT ve zdravotnických zařízeních .....	19
2.2	Požární bezpečnost v budově chirurgických oborů a operačních sálů městské nemocnice Ostrava.....	20
2.2.1	Detekce požáru.....	20
2.2.2	Signalizace poplachu EPS.....	21
<b>3</b>	<b>PRAKTICKÝ POPIS TVORBY PROJEKTOVÉ DOKUMENTACE BUDOVY CHIRURGICKÝCH OBORŮ A OPERAČNÍCH SÁLŮ MĚSTSKÉ NEMOCNICE OSTRAVA .....</b>	<b>22</b>
3.1	Princip větrání budovy chirurgického centra městské nemocnice Ostrava a popis navrženého systému.....	22
3.1.1	Řízení na konstantní teplotu a zpětné získávání tepla.....	23
3.1.2	Řízení otáček ventilátoru a měření diferenčního tlaku na čistých výústkách .....	23
3.1.3	Protimrazová ochrana.....	24
3.1.4	Signalizace zanesení filtrů vzduchotechnických jednotek .....	25
3.1.5	Porucha ventilátorů .....	26
3.1.6	Ovládání vzduchotechnických jednotek z místností .....	27
3.2	Návrh teplovzdušného větrání a klimatizace zázemí operačních sálů 2.NP a 3.NP .....	28
3.3	Návrh teplovzdušného větrání a klimatizace aseptických operačních sálů v 2.NP.....	29
3.4	Návrh IRC regulace ve vybraných místností .....	31
3.5	Dispoziční zpracování půdorysu 5.NP .....	33
3.6	Koncepce řídicího systému a princip komunikace v budově chirurgických oborů a operačních sálů městské nemocnice Ostrava .....	33
	<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>35</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>37</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>38</b>

<b>SEZNAM TABULEK .....</b>	<b>39</b>
-----------------------------	-----------

# 1 ÚVOD

Jedna ze základních věcí, na kterou by měl projektant, myslet při návrhu dané stavby, je především příjemné prostředí pro osoby, které tuto budovu budou užívat. Ne jinak je tomu u zdravotnických zařízení. Právě naopak, osoby ve zdravotnických zařízeních, ať už to jsou nemocnice, kliniky případně prostory pro dárce krve, jsou daleko citlivější například na různé změny klimatu či intenzitu osvětlení. Proto je většina zdravotnických prostor navržena tak, aby působila domácky a klient se z hlediska klimatu cítil příjemně.

Pro zajištění příjemného prostředí v jakékoli budově, se v dnešní době často využívá tzv. Měření a Regulace, zkráceně MaR. Tato profese shromažďuje znalosti různých okolních profesí, jako jsou vzduchotechnici, silnoprůdaři, slaboprůdaři, topenáři a mnoho dalších. Díky vzájemné komunikaci s ostatními profesemi, MaR dokáže koordinovat, řídit a regulovat prakticky vše, na co si jen vzpomenete. Na základě těchto možností, MaR dokáže navodit námi požadované příjemné prostředí na jakémkoli místě.

Cílem této bakalářské práce je přiblížit široké veřejnosti problematiku chodu nemocnic z hlediska napájení, zabezpečení chodu i při výpadcích elektrické energie a v neposlední řadě při vzniku požáru. Rád bych v této práci zachytil problematiku požární ochrany, délku funkčnosti jednotlivých zařízení při požáru a hlavně celkový pohled na případ kdy řídicí systém vyhodnotí požár.

V budovách obecně je velmi důležité udržovat optimální klima, v jakémkoli ročním období. Jako hlavní zařízení pro udržení optimálního klimatu se v budovách využívá vzduchotechnických jednotek. Následně se používají doplňující zařízení, která vytápí, případně chladí jednotlivé místnosti v budově. K těmto zařízením patří, fancoil jednotky pro chlazení, ale tak otopné tělesa pro vytápění. Všechna tato zařízení pro udržování optimálního klimatu v budově (místnosti), dokáží komunikovat mezi sebou (jsou propojeny). Díky této skutečnosti je dnes možné vytvořit jakékoli klima, a i v nemocničních zařízeních se můžeme cítit jako doma.

## **2 TEORETICKÝ POPIS BUDOVY CHIRURGICKÝCH OBORŮ A OPERAČNÍCH SÁLŮ MĚSTSKÉ NEMOCNICE OSTRAVA**

Tento projekt na výstavbu budovy chirurgických oborů a operačních sálů Městské nemocnice Ostrava části měření a regulace zajišťuje především příjemné klima a prostředí v prostorách budovy chirurgického centra.

Pro nastolení podmínek příjemného klimatu a prostředí, je nutné zajistit plynulou regulaci jednotlivých komponent, které mají hlavní vliv na klimatické podmínky v prostoru. Mezi tato zařízení patří především vzduchotechnické jednotky, které v sobě ukrývají mnoho další komponent, jako jsou ventilátory, filtry a různá provozní čidla. S řízením vzduchotechnických jednotek úzce souvisí řízení IRC regulace (Individual room control), řízení ústředního vytápění, předávací stanice, parní stanice, řízení centrálního zdroje vodního chlazení, monitoring tlakové stanice a čerpací stanice kanalizace.

V neposlední řadě je důležitou úlohou MaR zajištění bezpečnosti pacientů, návštěv a lékařského personálu například v případě požáru. Proto profese měření a regulace zajišťuje komunikaci s EPS (elektronický požární systém) a monitoring požárních klapek, které zajišťují oddělení jednotlivých požárních úseků.

Ve své práci bych vám rád alespoň zhruba přiblížil jednotlivé zajímavé části projektu na, kterých jsem pracoval.

### **2.1 Elektrické rozvody v místnostech pro lékařské účely**

Elektrické rozvody musí dodávat energii pro všechny elektrické přístroje, zejména přístroje nutné pro diagnostiku a terapii pacientů. Současně tato energie musí být bezpečná pro své okolí a její dodávka musí být kontinuální, kvalitní a k dispozici na potřebném místě. Stanovit všechny bezpečnostní i provozní parametry je úkolem standardu. Pro elektrické rozvody je tímto standardem zejména:

- ČSN 33 2000-7-710 Elektrické instalace nízkého napětí - Část 7-710: Zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech - Zdravotnické prostory.

Požadavky jednotlivých pracovišť jsou rozdílné, proto pro uspokojivý výsledek je nutná komunikace mezi realizátory (projektantem a elektroinstalační firmou) a uživateli v době návrhu a realizace. Pro možnou vzájemnou komunikaci by měl uživatel znát možnosti, ze kterých si může vybrat nebo které může požadovat.

V současné době, kdy české normy přebírají znění mezinárodních norem, byla původní vazba norem nahrazena novými vazbami, kdy se postupně mění jak definice, tak požadavky. Nový soubor norem stanoví obecně platné požadavky pro všechny rozvody, a ten se postupně doplňuje požadavky na jednotlivé, specializované oblasti. Část, týkající se elektrických rozvodů ve zdravotnických prostorech, není dosud dokončená, ale práce jsou již tak daleko, že je možné předpokládat konečný stav. Nové požadavky mohou, vzhledem ke stáří platných norem, představovat nutný pokrok tak, aby korespondoval s požadavky přístrojů.

Zpracovaný text respektuje současnou normu ČSN 33 2000-7-710. Použití zdravotnických i dalších elektrických přístrojů je bezpečné pouze v případě, že elektrické rozvody jsou navrženy a realizovány s ohledem na druh vyšetření nebo ošetření.

Protože prostředí v místnostech pro lékařské účely je mnohem složitější a možnost úrazu elektrickým proudem pravděpodobnější než například v bytech (přítomnost kapalin, větší počet přístrojů a vodivých předmětů), jsou i požadavky na rozvody přísnější. Proto jsou místnosti pro lékařské účely rozděleny do řady typů (podle prováděného vyšetření nebo ošetření) a všeobecné požadavky na elektrické rozvody jsou doplněny dalšími, přísnějšími požadavky. Podle požadovaného stupně ochrany proti nebezpečí v případě poruchy se zdravotnické prostory dělí dle ČSN 33 2000-7-710 do tří základních skupin 0, 1 a 2.

### **2.1.1 Místnosti skupiny 0**

Ke skupině 0 patří místnosti, ve kterých se buď nepoužívají elektrické lékařské přístroje závislé na síti, nebo se používají jen takové přístroje, jichž se pacient nedotýká.

V těchto místnostech musí elektrická instalace splňovat následující požadavky:

- ochranné izolace
- bezpečné malé napětí (SELV-Safety Extra Low Voltage)
- bezpečné malé napětí (PELV-Protective Extra Low Voltage)
- ochranné oddělení
- ochrana proudovým chráničem s  $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$  [1]

### **2.1.2 Místnosti skupiny 1**

Ke skupině 1 patří místnosti, v nichž se pacient dotýká elektrických lékařských přístrojů závislých na síti. Provádějí se ale jen taková vyšetření nebo léčení, která je možno bez ohrožení

zdraví pacienta přerušit a opakovat. Proto je v místnostech této skupiny odpojení přístrojů při výskytu první poruchy izolace nebo při výpadku proudu možné.

V těchto místnostech musí elektrická instalace splňovat následující požadavky:

- ochranná izolace
- bezpečné malé napětí ochranné (SELV)
- ochranné malé napětí (PELV),  $U_b$  do AC 25V; DC 60V
- malé napětí bez odpojení PELV, ne pro svítidla
- ochranné oddělení, zvlášť pro každý přístroj
- ochrana proudovým chráničem:
  - $I_{\Delta n} \leq 30\text{mA}$
  - $I_{\Delta n} \leq 300\text{mA}$  pro přístroje mimo dosah rukou a nadproudová ochrana  $I_n > 63\text{A}$
- systém IT s kontrolou izolace. [1]

### 2.1.3 Místnosti skupiny 2

Ke skupině 2 patří místnosti, v nichž se používají elektrické lékařské přístroje při operacích nebo k udržení životně důležitých funkcí. Tyto přístroje musí zůstat v provozu i po výskytu první závady izolace, protože by výpadek ohrozil zdraví pacienta.

V těchto místnostech musí elektrická instalace splňovat následující požadavky jako u místností 1, a navíc:

- ochrana odpojením jen u:
  - obvodů pro rentgenové přístroje
  - velkých přístrojů s příkonem nad 5kW
  - osvětlení místností
  - zásuvek pro lékařské přístroje.

Dodávky elektrické energie jsou ve zdravotnických zařízeních zajištěny především z distribuční elektrické sítě a zálohově z náhradních elektrických zdrojů, např. agregátem náhradního proudu (druhé vedení atd.).

Hlavní rozvaděče standardní i pro záložní napájení jsou umístěny v oddělené místnosti. [1]

## 2.1.4 Napájení místnosti jednotlivých skupin dle ČSN 33 2000-7-710

- Místnosti skupiny 0:

Prostory spadající pod tuto skupinu se připojují pouze k rozvodné distribuční síti.

- Místnosti skupiny 1 a 2:

Elektrické spotřebiče v místnostech skupiny 1 a 2 a části technických zařízení budovy, se při výpadku sítě přepojí během nastavené doby na náhradní zdroj proudu.

Zařízení	Doba přepnutí	Minimální doba provozu
Světla na operačním sále, dýchací a kontrolní přístroje, základní přístroje na podporu životní funkce	$\leq 0,5s$	3 h
Osvětlení místností skupiny 1 a 2, výtahy lůžek, narkóza, zásobování plynem a tlakovým vzduchem, telefony	$\leq 15s$	24 h
Domovní technika, např. topení, ventilace, chladicí a kuchyňská zařízení	$>15s$	24 h

**Tabulka 1 Přípustné doby přepnutí na náhradní zdroj při výpadku sítě**

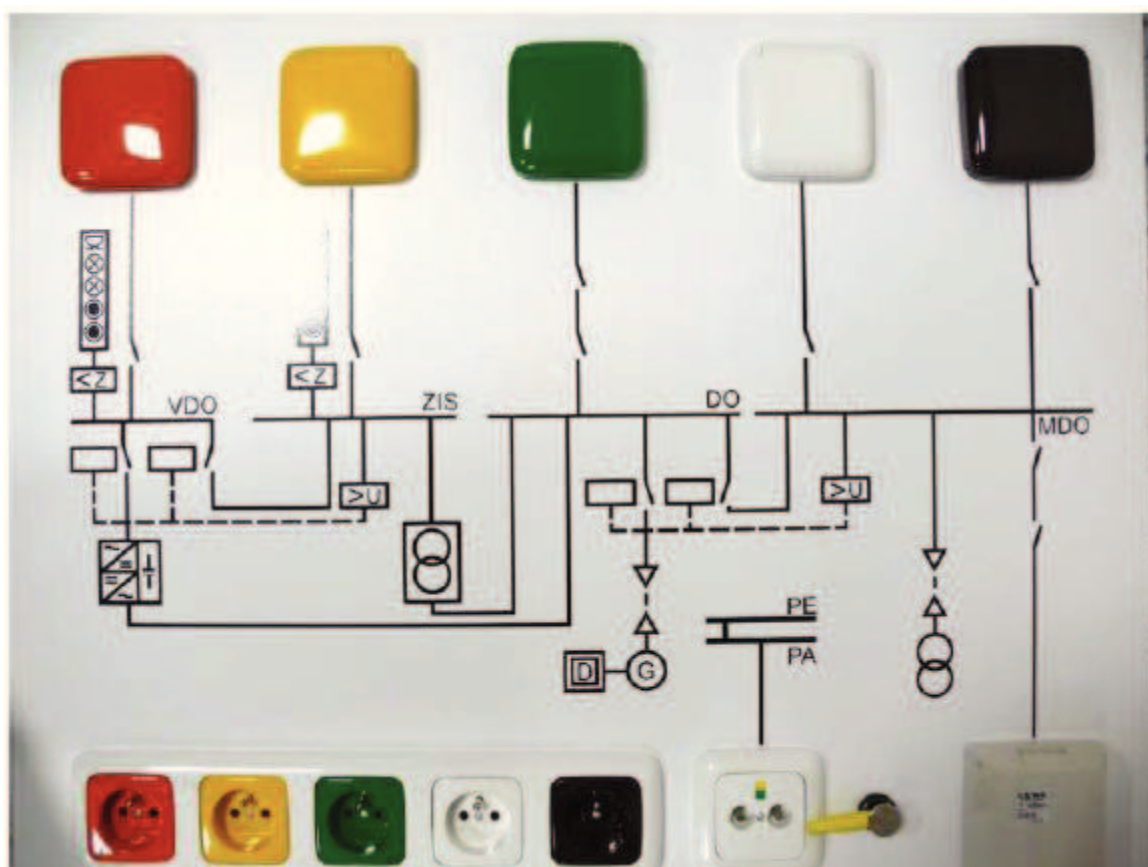
Operační osvětlení a přístroje k zachování životně důležitých funkcí, např. dýchací a nejrůznější kontrolní přístroje, musí být v případě nouze přepojeny do 0,5 s na náhradní zdroj proudu. Náhradní napájení se zajišťuje záložním zdrojem. V místnostech skupiny 1 musí při výpadku sítě a v provozu z náhradního zdroje svítit minimálně jedno svítidlo a v místnostech skupiny 2 celé osvětlení. Rovněž tak musí být k náhradnímu zdroji připojeny nákladní a evakuační výtahy, poplašné zařízení a telefony, lékařské technické přístroje, např. kompresory podpůrných (dýchacích a oběhových) a narkotizačních přístrojů.

Náhradní zdroj přebírá napájení sítě samočinně, jakmile poklesne napětí v hlavním rozvaděči o více než 10%. Akumulátorový záložní zdroj musí zajistit napájení nejméně po dobu tří hodin. Dlouhodobé náhradní napájení může zajistit např. dieselagregát. Rozvaděče pro místnosti skupiny 2, např. operační sály musí být zásobovány proudem dvěma přívody. Přednostní napájení odbočuje z hlavního rozvaděče, druhá přípojka je z náhradního zdroje. [2]



### 2.1.5 Barevný kód zásuvkových vývodů

V místnostech pro lékařské účely se používá několik druhů napájecích systémů, které musí být jednoznačně od sebe odlišeny, protože nesprávné použití může způsobit i ohrožení zdraví či života pacienta. Možné uspořádání je uvedeno na následujícím obrázku.



Obrázek 1 Barevný kód zásuvkových vývodů v nemocničním pokoji

#### Zelená barva

Zelená barva víčka zásuvek pro připojení zdravotnických i jiných elektrických přístrojů, které musí mít zajištěno nouzové napájení, ale přerušení do 2 minut (což je nejdelší čas, kdy dojde k obnovení napětí na těchto vývodech) neohrozí život nebo zdraví pacientů, neohrozí základní provoz zdravotnického zařízení a nezpůsobí nenahraditelné škody. Při bezporuchovém provozu jsou tyto zásuvky napájeny ze základního zdroje, při závadě na základním zdroji nebo závadě na přívodu, jsou napájeny z hlavního nouzového zdroje. Nouzovým zdrojem je zpravidla dieselaagregát s automatickým startem. Tento zdroj dodává elektrickou energii po celou dobu přerušení napájení ze základního zdroje. Při písmenovém označení bude použito písmeno D, protože obvody, které mají, zajištěno napájení z hlavního nouzového zdroje, se nazývají důležité obvody. [3]

### Žlutá barva

Žlutá barva víčka zásuvek pro zdravotnickou izolovanou soustavu, která se používá pro napájení zdravotnických elektrických přístrojů, jejichž charakter použití vylučuje likvidovat prvou závadu izolace přerušáním napájení a tím vypnutím přístroje, protože vyřazení přístroje z provozu by mohlo ohrozit život nebo zdraví pacientů. Transformátor, použitý pro vytvoření zdravotnické izolované soustavy má primární vinutí napájené z důležitých obvodů. Závada zdravotnické izolované soustavy je signalizována optickou a odstavitelnou akustickou signalizací. Při písmenovém označení bude použito písmeno Z jako zkratka pro zdravotnickou izolovanou soustavu. [3]

### Oranžová barva

Oranžová barva víčka zásuvek je určena pro vývody velmi důležitých obvodů, což je v principu zdravotnická izolovaná soustava s ještě vyšším stupněm zajištění dodávky elektrické energie, protože primární vinutí jejího ochranného oddělovacího transformátoru je napájeno z UPS, prakticky vždy provozovaného v on-line režimu, tedy bez přerušování napájení připojených přístrojů. Protože nouzový zdroj má omezený výkon a omezenou dobu provozu, mohou být z tohoto typu zásuvek napájeny pouze zdravotnické přístroje, které podporují nebo nahrazují základní životní funkce, nemají zajištěno nouzové napájení jiným způsobem a doba obnovení napětí hlavního nouzového zdroje je pro ně příliš dlouhá. Při písmenovém označení budou označeny písmenem V, protože obvody s popsáním způsobem zajištění dodávky elektrické energie se nazývají velmi důležité obvody. [3]

### Další barevné značení

Kromě těchto, normou požadovaných rozlišení, je možné použít další rozlišení, i když jejich počet by měl zůstat velmi nízký (starosti zdravotnického personálu jsou jiné, než se učit možné kombinace používání jednotlivých typů zásuvkových vývodů). Snad je vhodné ještě rozlišit vývody méně důležitých obvodů, což jsou rozvody napájené pouze základním zdrojem bez jakéhokoliv zajištění nouzového napájení. Vývody, určené pro napájení zdravotnických přístrojů, musí mít prakticky ve všech případech použitý proudový chránič s citlivostí 30 mA. Velikost unikajících proudů je jedním ze základních kritérií kvality zdravotnických přístrojů, proto jejich velikost nepřekročí únosnou mez. Jinak je tomu ale při používání jiných přístrojů, zejména větších úklidových nebo údržbářských přístrojů nebo strojů. Pro ně je vhodné navrhnout a instalovat vývody bez proudových chráničů nebo s chrániči menší citlivosti a samozřejmě tyto dva typy vývodů odlišit.

Používá se:

#### Hnědá barva

Hnědých víček zásuvek se používá pro vývody méně důležitých obvodů s proudovými chrániči 30 mA. Jsou určeny zejména pro zdravotnické elektrické přístroje, které se při používání dostanou do kontaktu s pacientem. Písmenové značení informuje o tom, že vývody jsou připojeny na méně důležité obvody a proudový chránič, takže budou označeny kombinací písmen MF. [4]

#### Bílá barva

Bílých víček zásuvek se používá pro vývody méně důležitých obvodů. Zásuvkové vývody osazené bílými zásuvkami mají pouze základní ochranu před úrazem elektrickým proudem. Jsou určeny především pro úklidové a údržbářské stroje a přístroje a další méně náročné spotřebiče (vařiče, ledničky nebo radiopřijímače na sesternách). Pro zdravotnické přístroje se mohou použít pouze v mimořádných, havarijních situacích, kdy na ostatních vývodech (zelených, žlutých, oranžových nebo hnědých) není napětí. Písmenové značení je M, vycházející z méně důležitých obvodů. [4]

#### Barevné značení vypínačů a dalších přístrojů

Pro další přístroje, tedy pro rámečky, vypínače, regulátory, slaboproudé konektory a další, je vhodné v místnostech pro lékařské účely použít pouze bílou barvu. Výjimku mohou tvořit pouze prvky, které mají určitou barvu předepsanou, jako jsou signálky (červená, žlutá nebo zelená) a vypínací tlačítka (červená).

Dosud nejednotné je použití zásuvkových vývodů pro počítače, které mají vlastní UPS, a nejedná se o popsané velmi důležité obvody. Řešením může být použití jiné existující barvy, například tmavě červené nebo jiný tvar kolíku, který znemožní zásuvkové vývody, napájené z UPS použít pro jiné spotřebiče než pro počítače a jejich příslušenství. [4]

#### Vidlice

Pro usnadnění použití se ve výše popsaných barvách vyrábějí barevné vidlice, které jsou navíc tvarově upravené tak, že snadno umožňují použití i v rukavicích. Použitá barva vidlice nezabrání použití kteréhokoliv zásuvkového vývodu, například při závadě na jednom napájecím systému, pouze obsluze doporučí pro takto označený přívod elektrického zdravotnického přístroje nejvhodnější volbu napájení. [4]

### 2.1.6 Sít' IT ve zdravotnických zařízeních

Jedná se o sítě, které nejsou v žádném bodě spojeny se zemí nebo mají jeden bod sítě spojen se zemí přes velkou impedanci. V každé samostatné IT síti musí být instalován hlídač izolačního stavu.

#### První porucha:

Při výskytu první poruchy v síti IT je reakce základní ochrany automatickým odpojením od zdroje nežádoucí z důvodů zabezpečení napájení lékařských přístrojů pro život důležitých. V případě první poruchy teče obvodem jen velmi malý poruchový proud kapacitního charakteru. Zařízení musí zůstat v provozu, avšak tato porucha musí být signalizována hlídačem izolačního stavu.

#### Druhá porucha:

Při výskytu druhé poruchy v síti IT již vybaví ochrana automatickým odpojením od zdroje. Poruchový proud zde má charakter zkratového proudu. Transformátory pro zdravotnickou IT síť se umísťují v blízkosti samotného prostoru a to uvnitř nebo vně a to v pouzdře nebo samotném prostoru.

Ve zdravotnických prostorech skupiny 2 se musí použít síť IT pro koncové obvody, které napájí zdravotnické elektrické přístroje a zdravotnické elektrické systémy určené pro podporu života, chirurgické aplikace a další elektrické přístroje umístěné v patientském prostředí, s výjimkou přístrojů napojených na síť TN. Každá místnost stejné funkce musí mít samostatnou zdravotnickou síť IT. Každá samostatná zdravotnická síť IT musí být vybavena hlídačem izolačního stavu (IMD), který splňuje požadavky přílohy A a přílohy B ČSN EN 61557-8 ed.2.

Pro zdravotnickou síť IT musí být splněno následující:

- u AC napájení musí být vnitřní impedance minimálně 100 k $\Omega$ ;
- zkušební napětí nesmí být vyšší než 25 V DC;
- proudový impuls i v případě poruchy, nesmí ve špičce přesáhnout 1 mA;
- musí být signalizováno snížení izolačního odporu k 50 k $\Omega$ . Musí být použito zkušebního zařízení.

Každá zdravotnická síť IT musí mít na vhodném místě uspořádaný optický a akustický výstražný systém. Tento systém obsahuje takové součásti, aby mohl být nepřetržitě monitorován zdravotnickým a technickým personálem.

Optická a akustická signalizace IT sítě:

- zelená optická signalizace pro indikaci normálního provozního stavu;
- žlutá optická signalizace, indikující snížení izolačního stavu pod nastavenou hodnotu, tento optický signál nesmí být možné zrušit;
- akustická signalizace, signalizující snížení izolačního stavu pod nastavenou hodnotu, tento akustický signál může být možné zrušit;
- žlutá optická signalizace může být vypnuta pouze po opravení závady a při opětovném normálním stavu.

Dále je nutné monitorovat případné přetížení a vysoké teploty působící na oddělovací transformátor sítě IT. Zařízení, které lokalizuje poruchy izolace v každé části zdravotnické sítě IT, může být nainstalováno k hlídači izolačního stavu. Zařízení, které lokalizuje poruchy izolace, musí vyhovovat požadavkům ČSN EN 61557-9 ed.2, článku 710.411.7. [5]

## **2.2 Požární bezpečnost v budově chirurgických oborů a operačních sálů městské nemocnice Ostrava**

Z důvodů požadavku na utajení zdroje, je část požární bezpečnosti nastíněná pouze pro zajímavost a informaci o principu funkčnosti.

### **2.2.1 Detekce požáru**

Pro detekci požáru jsou převážně zvoleny automatické opticko-kouřové detektory umístěné na stropě nebo na podhledu chráněných místností. Automatické hlásiče požáru budou instalovány ve všech požárních úsecích, v místnostech bez stálé přítomnosti personálu, zejména sklady, archivy, šatny, výtahové šachty, strojovny a do pokojů pacientů na lůžkových odděleních. V místech hlavních napájecích silnoprůdých tras, budou automatické detektory umístěny i v podhledu s vyvedením paralelní optické signalizace pod podhled. V místech, kde může docházet k úniku par nebo kouře, budou umístěny automatické hlásiče vyššího typu (multisenzorové), které tyto zátěže eliminují a nevyhlásí falešný poplach. Automatické hlásiče nebudou instalovány v místech bez požárního rizika, jako jsou chráněné únikové cesty, umývárny, WC, atd.

Tlačítkové hlásiče požáru budou umístěny u východů na volné prostranství, u vstupů do chráněných únikových cest, nebo v chráněných únikových cestách, v prostoru schodiště, v pracovnách sester lůžkových oddělení a JIP. [6]

### 2.2.2 Signalizace poplachu EPS

V objektu bude použita signalizace poplachu dle normy ČSN 73 0875. Vyhlášení požáru bude signalizováno jak akusticky, tak i opticky přímo na požární ústředně. Signalizace poplachu EPS bude řešena jako dvoustupňová, kdy ústředna na základě signálu od hlásičů signalizuje úsekový a všeobecný poplach v tzv. režimech DEN a NOC.

Ústředna bude předávat signál požár, porucha na centrálu HZS Ostrava, prostřednictvím stávající sítě ústředen EPS.

V režimu DEN jsou nastavitelné časové intervaly T1 a T2. Časy T1 a T2 navrženy následovně:

T1 - časový úsek, kdy je nutné obsluhou provést potvrzení úsekového poplachu na ústředně EPS – resp. signalizačním tablu. Po potvrzení úsekového poplachu nastupuje interval T2 pro ověření požáru obsluhou na místě signalizace. Pokud v intervalu T1 nedojde k potvrzení úsekového poplachu, je automaticky spuštěn poplach všeobecný.

T2 – časový úsek kdy je provedeno ověření vzniku požáru na místě signalizace. V případě, že požár nevznikl, obsluha provede RESET systému EPS na ústředně.

V případě detekce požáru dvěma nezávislými adresnými hlásiči bude spuštěn přímo poplach všeobecný s provedením funkcí pro ovládání požadovaných zařízení.

V režimu NOC ústředna EPS po obdržení signálu od automatických hlásičů provádí vyhlášení úsekového i všeobecného poplachu.

Přepínání do režimu NOC (s odlišnými, resp. nulovými časy T1, T2) je manuální nebo automatické podle předem naprogramovaných časů. Pro jednotlivé provozní úseky - je možné zvolit různé časy přepnutí pro jednotlivé dny v týdnu (obsluha má kromě toho možnost přepnout ústřednu do režimu NOC kdykoliv).

První stupeň požárního poplachu – Úsekový poplach vyhláší každý automatický hlásič EPS.

Druhý stupeň požárního poplachu – Všeobecný poplach:

- vyhláší ústředna EPS po uplynutí času T1
- vyhláší ústředna EPS po uplynutí času T2 při přerušení T1
- vyhláší ústředna EPS po stlačení tlačítkového hlásiče
- vyhláší ústředna EPS při aktivaci dvou automatických hlásičů. [6]

### **3 PRAKTICKÝ POPIS TVORBY PROJEKTOVÉ DOKUMENTACE BUDOVY CHIRURGICKÝCH OBORŮ A OPERAČNÍCH SÁLŮ MĚSTSKÉ NEMOCNICE OSTRAVA**

Tato část bakalářské práce je zpracována na základě dokumentů poskytnutých firmou Mearing s.r.o. Tyto dokumenty byly propůjčeny pouze pro tvorbu této bakalářské práce a neměly by být poskytnuty třetím osobám. [7]

V této části bakalářské práce bych rád nastínil práci, kterou jsem na projektu vytvořil sám. Tvorba Projektové dokumentace byla založena na poskytnutých podkladech od ostatních profesí (vzduchotechnika, silnoproud, slaboproud, stavba). Z důvodu velkého rozsahu projektu jsem si pro praktickou ukázkou tvorby projektové dokumentace vybral několik zajímavých částí, jako je teplovzdušné větrání a klimatizace zázemí operačních sálů nacházejících se v 2.NP a 3.NP, větrání trojice aseptických sálů nacházejících se v 2.NP, IRC (Individual room control) regulace vybraných místností, půdorys 5.NP a koncepci řídicího systému MaR.

#### **3.1 Princip větrání budovy chirurgického centra městské nemocnice Ostrava a popis navrženého systému**

Pro větrání budovy chirurgických oborů a operačních sálů Městské nemocnici Ostrava prostoru 1.PP - 5.NP budou sloužit vzduchotechnické jednotky rozděleny dle účelů místností a jednotlivých pater. Operační sály budou větrány samostatnými VZT jednotkami pro dvojici nebo trojici operačních sálů, z nichž jeden bude vždy jako referenční. Zázemí operačních sálů bude také větráno samostatným VZT zařízením, stejně jako JIP a ARO. Sociální zázemí, sklady špinavého prádla, odpady a technické místnosti budou odvětrány samostatným zařízením. Zdrojem chladu budou vodou chlazené jednotky se suchým chladičem. Na zdroj chladu budou napojeny VZT jednotky a fancoily – vodní chlazení. Klimatizace kanceláří, inspekčních pokojů a vyšetřoven bude fancoily. Klimatizace technických místností, sterilizace, RTG, sladoven bude klimatizována přímým chlazením, vzhledem k vysokým výkyvům tepla v průběhu celého roku.

Pro požární větrání bude sloužit samostatné zařízení, které bude větrat chráněné únikové cesty. Ventilátory budou umístěny na střeše. Požární větrání evakuačních chodeb bude částečně využívat VZT rozvodů pro běžné větrání, ventilátory budou umístěny na střeše, v 1. a 5. NP.

Pro zamezení úniku tepla v zimním období budou nad dveře navrženy dvevní clony teplovodní.

### **3.1.1 Řízení na konstantní teplotu a zpětné získávání tepla**

Požadovaná teplota ve vzduchotechnickém kanále je regulována na konstantní hodnotu v rozsahu 15°C až 35°C. Tuto skutečnost zajišťují vhodně rozmístěné snímače teploty, na které, jsou napojeny ostatní principy regulace. Na úpravách parametrů přívodního vzduchu se podílí ohřívač, chladič a zařízení zpětného získávání tepla z odpadního vzduchu - rekuperátor. Rekuperace je spuštěna po porovnání parametrů odtahovaného vzduchu a přívodního vzduchu. Ohřev a chlazení přívodního vzduchu je spuštěno až v případě, že je rekuperátor provozován, ale není dosaženo požadovaných parametrů přívodního vzduchu.

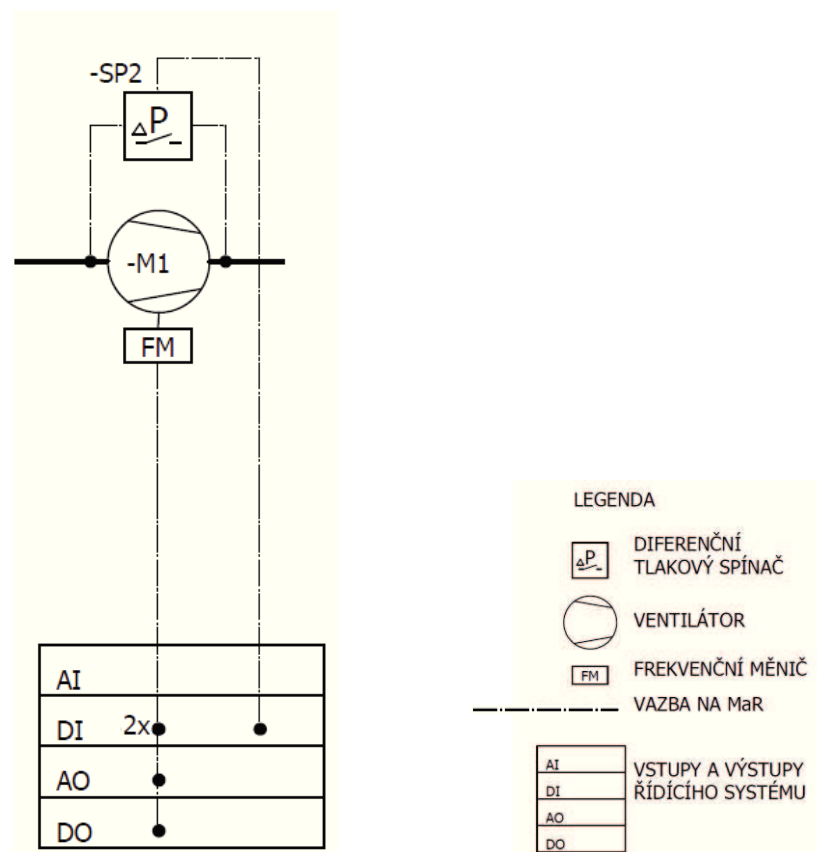
### **3.1.2 Řízení otáček ventilátoru a měření diferenčního tlaku na čistých vyústkách**

Otáčky ventilátoru budou řízeny frekvenčním měničem. Frekvenční měniče budou napájeny z rozvaděčů profese silnoprůd. Frekvenční měniče budou osazeny na vzduchotechnických jednotkách. FM budou řízeny z rozvaděče DMR5. Z rozvaděče DMR5 bude k frekvenčním měničům proveden ovládací kabel.

Výkon ventilátoru bude řízen na základě měření diferenčního tlaku na výstupu jednotky, tak aby byl udržován konstantní diferenční tlak.

U jednotek, které jsou vybaveny 3. stupněm filtrace, bude výkon frekvenčních měničů řízen dále dle měření diferenčního tlaku na čistých vyústkách tak aby byl dosažen požadovaný průtok vzduchu v potrubí. Průtok vzduchu bude vypočítán dle měření rychlosti proudění snímačem rychlosti proudění, umístěném v potrubí.





Obrázek 2 Řízení otáček ventilátoru pomocí frekvenčního měniče.

### 3.1.3 Protimrazová ochrana

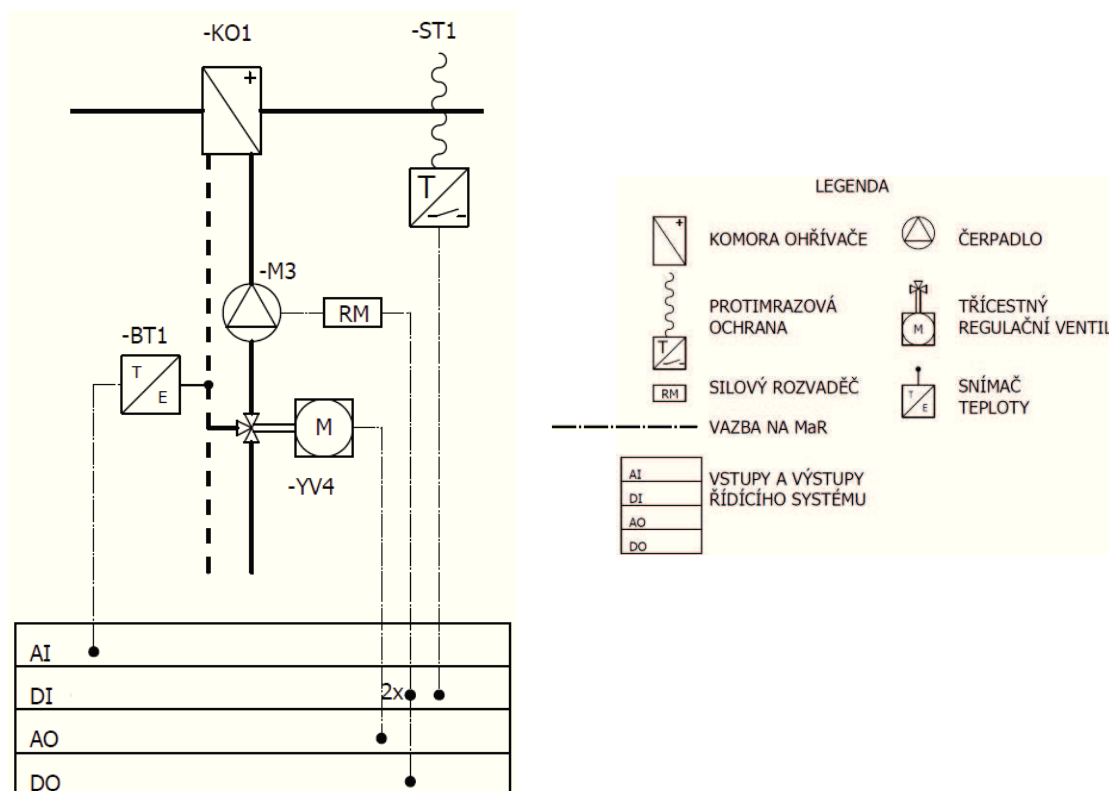
Pro ochranu proti zamrznutí vodních registrů a jejich poničení mrazem budou provedena následující opatření:

- umístění protimrazového termostatu (-ST1) do vzduchotechnického kanálu za topný výměník (-KO1).
- osazení snímače teploty na výstupu topné vody z výměníku.

V případě, že klesne teplota za topným výměníkem pod 8°C, zapůsobí protimrazová ochrana (termostat), dojde k následujícím opatřením zamezujícím zamrznutí jednotky:

- uzavře se klapka na přívodu vzduchu
- vypnou se ventilátory
- regulační ventil se přestaví do polohy plně otevřeno do výměníku.

Mezní požadovaná hodnota teploty na vratném potrubí topné vody se odvozuje od teploty venkovního vzduchu. Teplota na vratném potrubí je regulována regulačním ventilem výměníku tak, aby nebyla nikdy nižší než tato mezní hodnota.

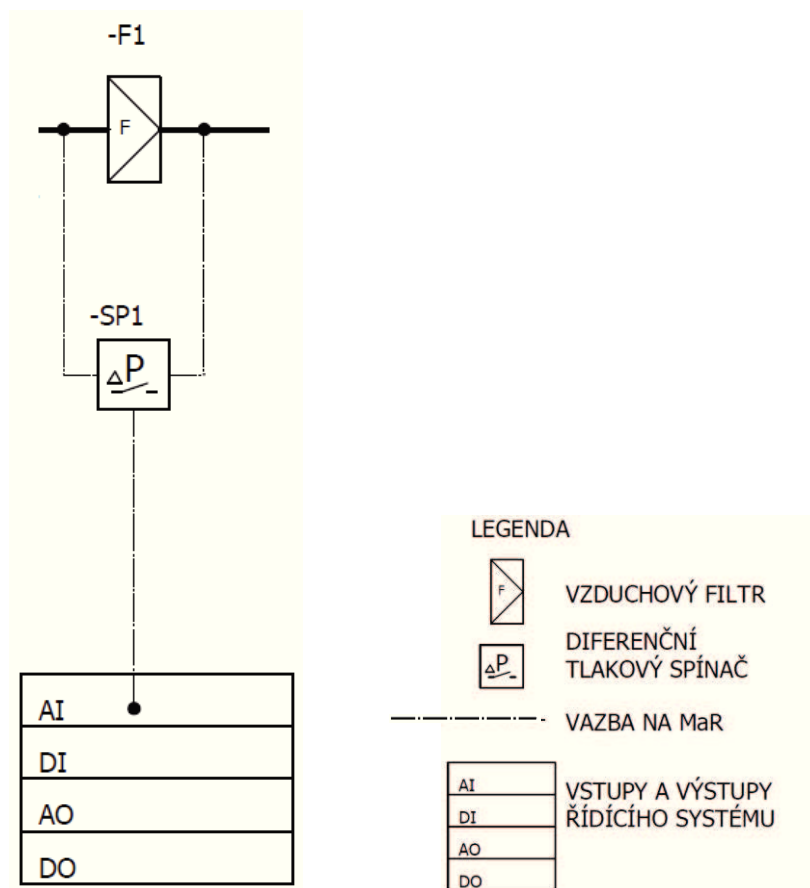


Obrázek 3 Umístění protiúrazové ochrany za topný výměník.

### 3.1.4 Signalizace zanesení filtrů vzduchotechnických jednotek

Vzduchotechnické jednotky jsou vybaveny snímači diferenčního tlaku pro sledování stavu zanesení filtrů a sledování funkčnosti jednotky.

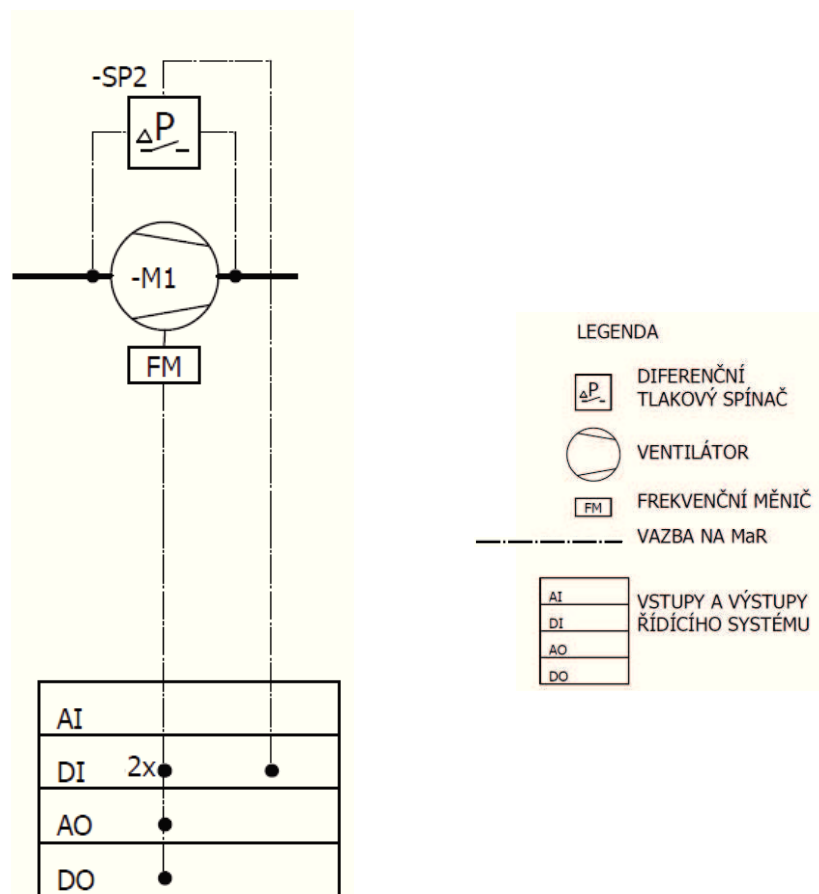
Zanesení vzduchotechnických filtrů je signalizováno prostřednictvím snímačů diferenčního tlaku jako alarm do řídicí centrály a na centrální vizualizaci. Obsluha poté zajistí neprodleně vyčištění filtrů.



**Obrázek 4** Signalizace zanesení vzduchotechnických filtrů.

### 3.1.5 Porucha ventilátorů

Porucha ventilátoru může být způsobena buď přetržením řemenu (u řemenových ventilátorů) nebo poruchou motoru. Chod ventilátoru je sledován snímačem diferenčního tlaku a zahrnuje tak vlastně obě možné příčiny poruchy ventilátoru. Z ovládacího obvodu motoru v rozvaděči bude k dispozici hlášení o poruše motoru a na základě těchto dvou informací se logicky vyhodnotí, k jakému druhu poruchy došlo.

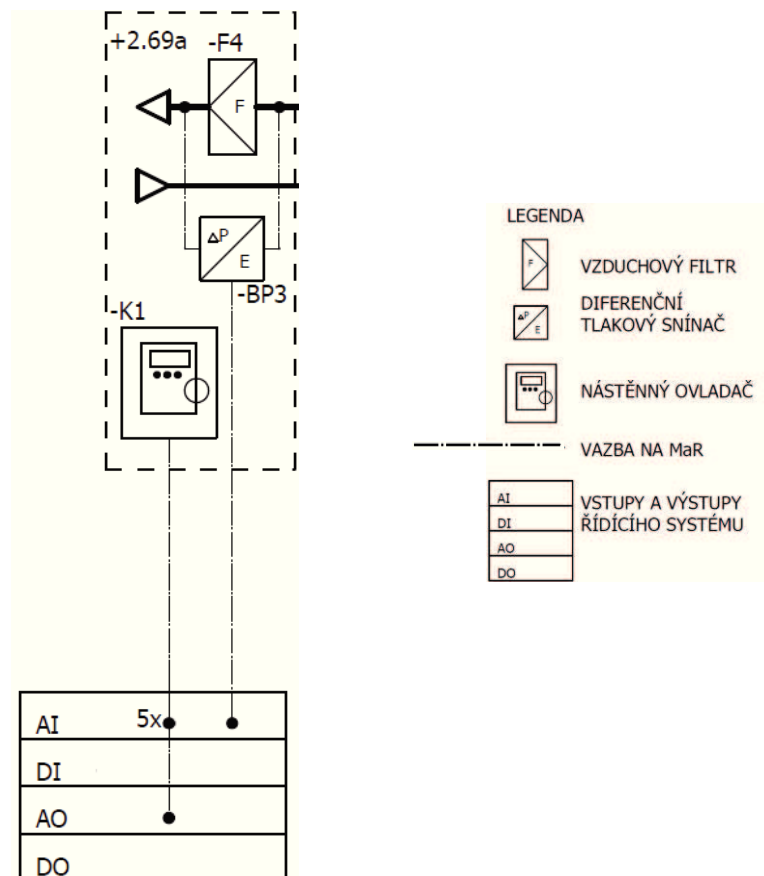


Obrázek 5 Snímání chodu ventilátoru pomocí diferenčního tlakového spínače.

### 3.1.6 Ovládání vzduchotechnických jednotek z místností

Ve vybraných místnostech, u kterých zajišťuje vytápění a chlazení vzduchotechnická jednotka (operační sály a jejich zázemí), budou osazeny ovladače (-K1) ve větraných prostorech. Tyto ovladače budou umístěny v centrálních ovládacích panelech (společně s ovladači osvětlení) a budou zajišťovat tyto funkce:

- měření teploty prostoru
- měření relativní vlhkosti vzduchu v prostoru
- umožňují nastavení požadované teploty prostoru
- umožňují přepnutí mezi úsporným a plným provozem (tlačítko přítomnosti)
- zajišťují signalizaci úsporného a plného provozu signálkou
- zobrazují požadovanou teplotu, skutečnou teplotu a skutečnou vlhkost.



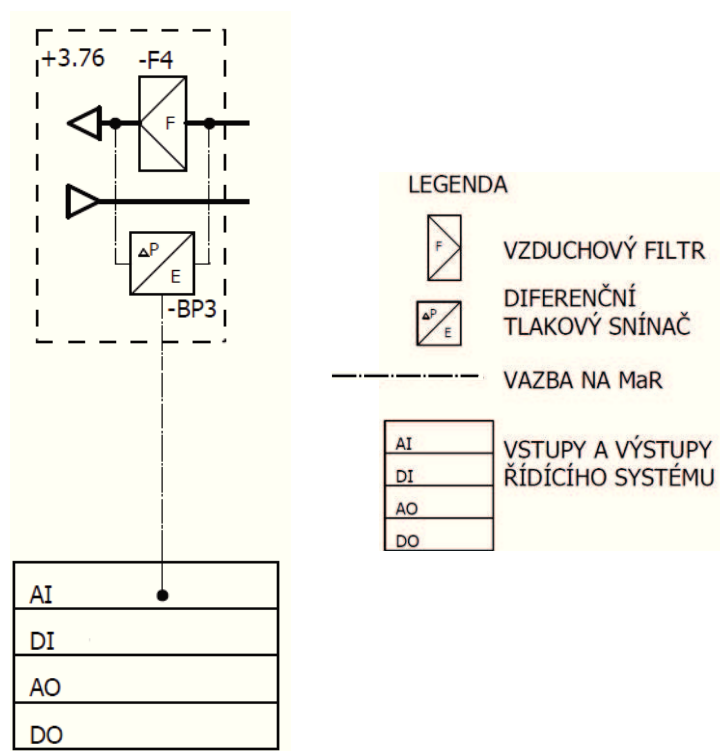
**Obrázek 6 Ovládání VZT jednotek z místností.**

### 3.2 Návrh teplovzdušného větrání a klimatizace zázemí operačních sálů 2.NP a 3.NP

Jedná se o teplovzdušné větrání a klimatizace zázemí operačních sálů (filtry, umývárny, sklady, denní místnosti, a ost). V prostorách, kde dochází k tepelným ziskům, bude dochlazování prostor systémem fancoil – vodní chlazení (denní místnosti a kanceláře). VZT jednotka bude umístěná ve strojovně v 5.NP. Jednotka bude pracovat se 100 % čerstvého vzduchu. Třetí stupeň filtrace H13 bude na všech koncových elementech pro přívod vzduchu. Vzduchotechnická jednotka se bude skládat z ventilátorů, tlumících vložek, dvoustupňové filtrace F5, F9 na přívodu vzduchu. Dále se bude jednotka skládat z klapky, eliminátoru kapek, vodního ohřívače 70/50°C, vodního chladiče 7/14°C, deskového rekuperátoru a zvlhčovače, ventilátory budou vybaveny frekvenčními měniči s krytem svorek.

Řízení jednotky bude provedeno dle časového plánu. Útlumový noční provoz v době 22-6hod zajistí snížení výkonu na 60 %. Regulace teploty dle teploty odváděného vzduchu. Nejvzdálenější čistý nástavec bude opatřen měřením tlakové difference (-BP3) pro měření zanášení 3. st. filtrace

m.č. 3.76 pro jednotku VZT8. Při dosažení tlakové ztráty 450 Pa na čisté vyústce bude tento stav signalizován na centrální vizualizaci a filtr bude nutné vyměnit.



**Obrázek 7 Princip měření tlakové difference pro zanášení 3.stupně filtrace.**

Kompletní schéma regulace naleznete v příloze P 01 Schéma regulace

### 3.3 Návrh teplovzdušného větrání a klimatizace aseptických operačních sálů v 2.NP

Každý sál bude ovládán samostatně s možností regulace teploty. Každá větev pro operační sál bude mít dohříváče vzduchu, také prostory před operačními sály budou mít dohříváč vzduchu, vzhledem k různým požadavkům na teplotu. Všechny větve budou opatřeny regulátory průtoku vzduchu. Jednotka bude pracovat se 100% čerstvého vzduchu.

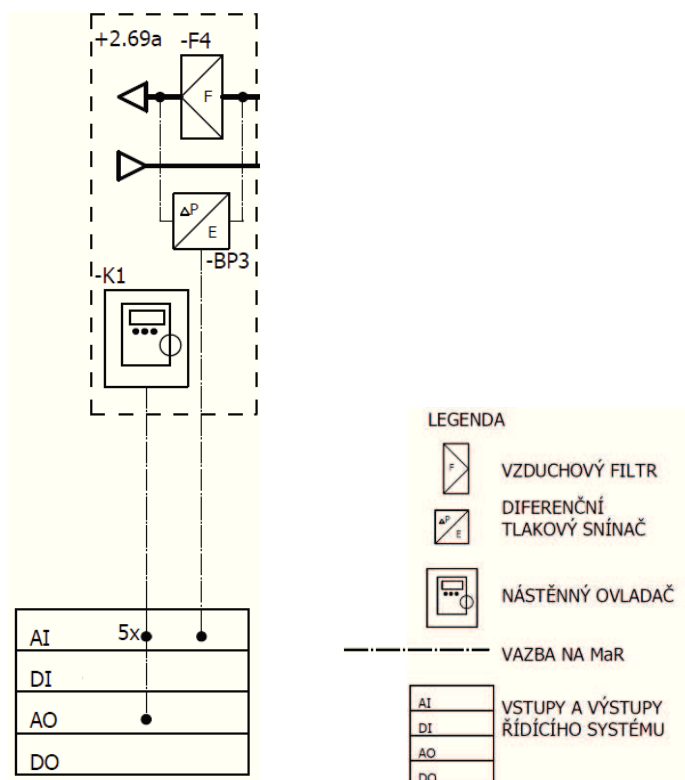
V umývárkách a místnostech pro zavedení anestezie, výjezd pacienta, bude na přívodu třetí stupeň filtrace H13. Všechny sály jsou specifikovány jako aseptické.

Vzduchotechnická jednotka se bude skládat z ventilátorů, tlumících vložek, dvoustupňové filtrace F5, F9 na přívodu vzduchu. Dále se bude jednotka skládat z klapky, eliminátoru kapek, vodního ohříváče, který bude mít teplotní spád 70°C/50°C, vodního chladiče s teplotním spádem 7°C/14°C, deskového rekuperátoru a zvlhčovače, ventilátory budou vybaveny frekvenčními měniči s krytem svorek.

Řízení jednotky bude provedeno dle časového plánu. Útlumový noční provoz 22-6hod snížení výkonu na 60 %.

Regulace výstupní teploty vzduchu z jednotky bude dle místnosti s nejnižším požadavkem na teplotu vzduchu. Požadavek na teplotu bude možné nastavit prostorovými ovladači teploty (-K1) umístěnými ve větraných prostorech (operačních sálech). Teplota vzduchu přiváděného do ostatních místností bude upravována potrubními ohřívači vzduchu.

Zajištění požadovaného průtoku bude dodrženo regulátory průtoku vzduchu, které budou osazeny na hlavních rozvodech. Zaregulování ostatních větví VZT rozvodu bude ručními regulačními klapkami. Koncové elementy budou s regulací, pro možnost oddělení systému při výměně filtru na čistých nástavcích. Nejvzdálenější čistý nástavec bude opatřen měřením tlakové difference pro měření zanášení 3. stupně filtrace.



**Obrázek 8 Princip regulace teploty a měření tlakové difference pro zanášení 3. stupně filtrace v jednom aseptickém operačním sále.**

Kompletní schéma regulace naleznete v příloze P 01 Schéma regulace

V obou výše zmiňovaných vzduchotechnických jednotkách se nachází mnoho prvků. U těchto prvků je nutno nejen snímat jejich provozní vlastnosti a získávat o nich hlášení, ale je také nutné snímat teploty, tlaky, vlhkost a v neposlední řadě velikost proudění vzduchu ve vzduchotechnickém kanále. Některé z těchto nutností bych rád níže rozeepsal a přiblížil široké veřejnosti.

### 3.4 Návrh IRC regulace ve vybraných místností

Regulace teploty jednotlivých místností (IRC individual room control) bude zajišťovat regulaci teploty v prostoru řízením:

- chlazení - 2 trubkový FCU (fancoil jednotka) nebo FCU přímého chlazení
- topení - ventil na otopném tělese.

Ve vybraných místnostech bude na zdi osazen snímač teploty a vlhkosti s korekcí a tlačítkem přítomnosti. V podhledu pak regulátor prostorové teploty systému MaR s komunikací po otevřeném protokolu budov.

Na základě měření teploty bude řízeno chlazení a vytápění příslušného prostoru.

Dvou trubkové FCU budou řízeny přímo ovládáním otáček ventilátoru a ventilu na přívodu chladné vody. FCU přímého chlazení budou řízeny prostřednictvím integrace celého systému přímého chlazení do systému MaR prostřednictvím komunikační brány. Vytápění bude řízeno ovládáním ventilu na otopném tělese prostřednictvím termického pohonu.

Regulátor prostorové teploty systému MaR je specifikován jako:

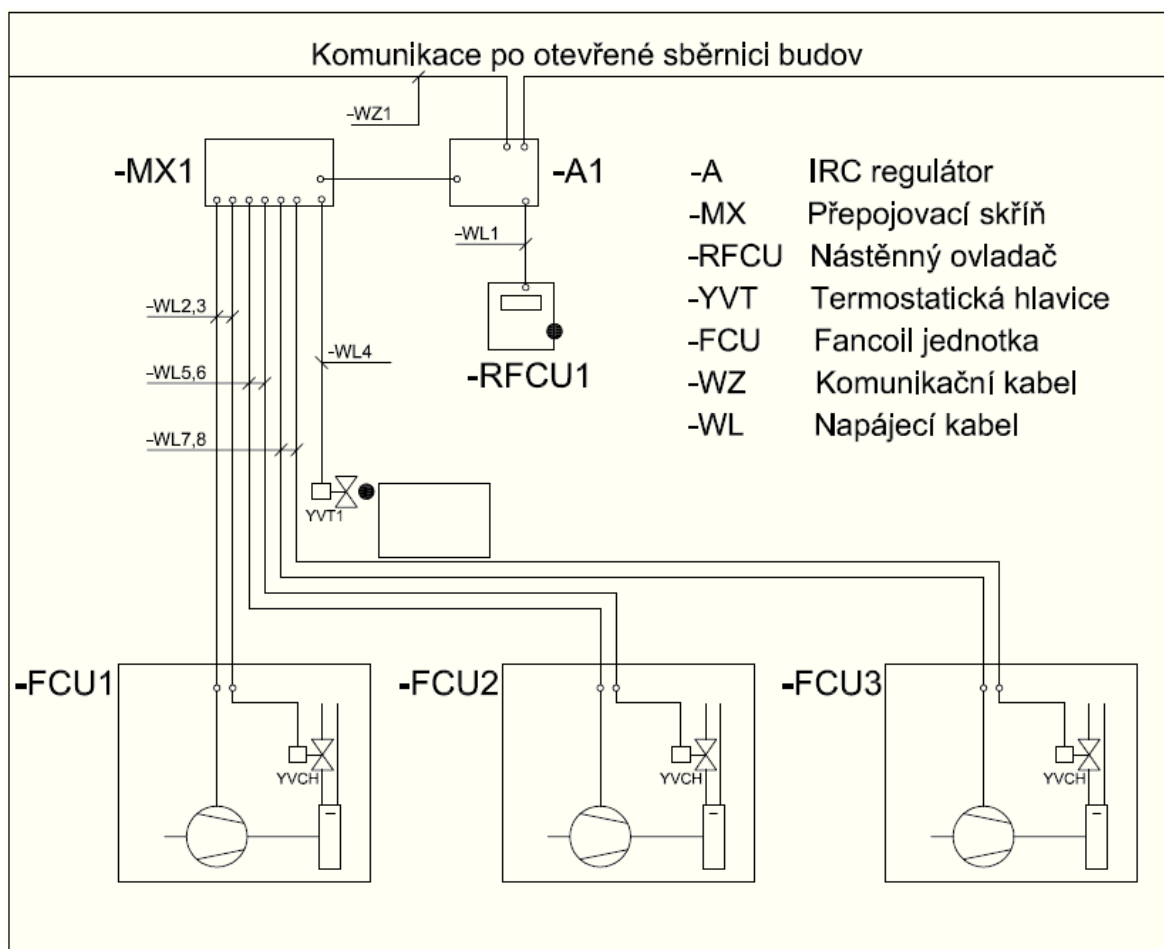
- regulátor prostorové teploty v aplikacích s 2trubkovými fancoilovými jednotkami,
- napájení 230 V AC, 6 VA,
- výstupní signál vytápění - triakové (230V~, 500mA) konfigurovatelné pro termoelektrickou, 3polohovou, PWM či několikastupňovou regulaci,
- výstupní signál chlazení - triakové (230V~, 500mA) konfigurovatelné na termoelektrickou, 3polohovou, PWM či několikastupňovou regulaci,
- výstupní signál ventilátoru - 3 relé (250 Vac, 3A),
- výstupní signál na dohřev - 1 relé (250 Vac, 10A),
- řídicí funkce pouze vytápění, pouze chlazení, přepínatelný režim vytápění/chlazení, vytápění a chlazení v sekvenci, regulace elektrického ohřevu a nulového energetického pásma,
- režimy činnosti obsazeno, neobsazeno, pohotovost, otevřené okno, protimrazová ochrana, přepínání léto/zima, chyba ventilátoru, kontrola kouře,
- analogový vstup odporového snímače teploty,
- 1 digitální vstup konfigurovatelný pro obsazení místnosti,



- 1 vstup pro nástěnný digitální modul, modul s integrovaným snímačem teploty a vlhkosti, korekcí teploty, tlačítkem přítomnosti, přepínač rychlosti ventilátoru,
- Autonomní funkce,
- Možnost komunikace,
- Komunikace po otevřené sběrnici budov.

Regulátor bude zajišťovat tyto kombinace řízení:

- řízení 2 trubkového FCU a termických pohonů na otopných tělesech,
- řízení 2 ks 2 trubkových FCU a termických pohonů na otopných tělesech,
- řízení 3 ks 2 trubkových FCU a termických pohonů na otopných tělesech,
- řízení 3 ks 2 trubkových FCU a termických pohonů na otopných tělesech,
- řízení termických pohonů na otopných tělesech a řízení FCU přímého chlazení prostřednictvím komunikace se systémem přímého chlazení.



Kompletní schéma regulace naleznete v příloze P 03 Schéma systému MaR

### **3.5 Dispoziční zpracování půdorysu 5.NP**

Půdorys 5.NP jsem vybral hlavně z důvodu znázornění umístění kabelových tras, jejich provedení a následné uložení. Další důvod, který mě vede k zveřejnění výkresu tohoto patra byl ten, že v 5.NP se nachází hlavní vzduchotechnická zařízení, která provětrávají budovu chirurgického centra. Jednotlivé vzduchotechnické jednotky jsou příhodně rozmístěny dle podkladů, které jsem obdržel od profese vzduchotechniky. Tato koordinace byla velmi důležitá hlavně z hlediska zatížení jednotlivých stavebních úseků 5.NP. Zmíněné kabelové trasy byly navrženy v koordinaci s profesí silnoproudu a projektanty stavební části.

Kompletní dispoziční rozmístění jednotlivých kabelových tras vzduchotechnických zařízení a seznamu kabelů můžete vidět v příloze P 02 Půdorys 5.NP a P 04 Seznam Kabelů.

### **3.6 Koncepce řídicího systému a princip komunikace v budově chirurgických oborů a operačních sálů městské nemocnice Ostrava**

Systém MaR bude založen na volně programovatelných stanicích DDC, které budou vzájemně propojeny prostřednictvím komunikačního rozhraní ethernet. Řízené technologie budou vizualizovány na grafické centrále.

Pro řízení teploty v jednotlivých místnostech tzv. IRC (individual room control) s možností přehledu nad tímto řízením, bude využito regulátorů s komunikací po otevřené sběrnici budov.

Otevřená sběrnice budov (např. LonWorks) je definována jako komunikační síťová platforma s libovolným přenosovým médiem a s libovolnou topologií. Hlavní myšlenkou je možnost nezávislé komunikace mezi jednotlivými uzly sítě umístěnými v jedné podsíti.

Na každém patře budovy bude umístěn rozvaděč, který bude obhospodařovat systém MaR. V každém patrovém rozvaděči bude umístěn vhodně koncipovaný řídicí systém, dle technologie nacházející se na daném patře budovy.

Řídicí systémy v jednotlivých patrových rozvaděčích budou propojeny pomocí komunikačního rozhraní (ethernet) do rozvaděče nacházejícího se v 5.NP. Rozvaděč umístěný v prostoru 5.NP v sobě bude ukrývat „srdce“ celého řídicího systému. V rozvaděči DMR5 bude umístěna komunikační brána systému přímého chlazení, IP router vybavený 1x ethernetovým portem a 4x FT-10, hlavní router, volněprogramovatelnou DDC stanicí a systémový integrátor.

FT-10 porty budou zajišťovat sběr dat z jednotlivých IRC regulátorů umístěných po celé budově. Následně ethernetovým portem bude IP router propojen s hlavním routrem taktéž umístěným v rozvaděči DMR5. Hlavní router slouží ke sběru veškerých dat z budovy. Následně je s tímto routrem propojena grafická centrála pracovní stanice. V prostorách této stanice bude umístěno operátorské pracoviště, které bude obsahovat centrální vizualizaci celého systému MaR v budově chirurgického centra Ostrava.

Kompletní schéma komunikačního propojení je zřejmé z přílohy P 03 Schéma systému MaR.

## ZÁVĚR

Hlavním cílem mé bakalářské práce bylo širokému okolí nastínit činnost tak velké a významné budovy jako je budova chirurgických oborů a operačních sálů v městské nemocnici Ostrava. Ukázat nutnou provázanost mezi jednotlivými profesemi zajišťující jak už provozní tak ekonomickou stránku chodu celé budovy.

Je pravdou že, má Bakalářská práce poukazuje pouze na nejzajímavější části celého projektu, ale věřím, že i v těchto pár částech je patrné jak náročné a složité je vytvořit funkční projekt. Kolik úsilí je nutné vynaložit k tomu, aby jednotlivým profesím korespondovala provázanost projektu a nevznikaly poté zbytečné potíže na stavbách. Jak je důležitá komunikace a průběžné kontroly stavu projektu, případně změny v podkladech u všech spolupracujících profesí.

Jsem nesmírně rád, že jsem mohl být součástí tvorby tohoto projektu a mohl jsem se podílet na jednotlivých dílčích úkonech. O to více mě těší pochvala za zpracování projektové dokumentace od objednatele projektové dokumentace MaR. Zároveň mě velmi těší, že tento projekt mi mohl být předlohou pro vytvoření této Bakalářské práce.

Není žádným tajemstvím, že projekt chirurgických oborů a operačních sálů MNO je ve firmě MEARING s.r.o. založen jako vzorový, stejně tak je tomu i u jednotlivých regulačních schémat, na kterých jsem se nemalou částí podílel i já. Jednotlivá regulační schémata jsou používána dnes a denně a usnadňují tak práci při tvorbě nových a nových projektů.

Budu potěšen když ve firmě MEARING s.r.o. budu moct pracovat i po skončení Bakalářského studia. Zároveň doufám, že se i nadále budu moct podílet na systému usnadňování tvorby projektové dokumentace, ostatně tak jak tomu bylo do teď.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] ČSN EN 33 2000-7-710. *Elektrické instalace nízkého napětí: Zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech - Zdravotnické prostory*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2013
- [2] Elektroinstalace ve zdravotnických zařízeních a v místnosti pro léčebné účely. In: *ETM: Elektrotechnický magazín* [online]. 2013 [cit. 2015-04-25]. Dostupné z: <http://www.etm.cz/index.php/etm/341-elektroinstalace-ve-zdravotnickych-zarizenich>
- [3] Označování zásuvkových vývodů. In: *Profi elektrika* [online]. 2005 [cit. 2015-04-25]. Dostupné z: <http://elektrika.cz/data/clanky/clanek.2005-04-17.6769127657/view>
- [4] Elektrické rozvody v místnostech pro lékařské účely. In: *České vysoké učení technické v Praze: Fakulta biomedicínského inženýrství* [online]. Praha [cit. 2015-04-20]. Dostupné z: <http://www.fbmi.cvut.cz/e/zis/1840.pdf>
- [5] ČSN 33 2000-1 ed.2. *Elektrické instalace nízkého napětí*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009.
- [6] *Technická zpráva, D.1.4.6.2 zabezpečovací SLP rozvody a televizní anténa: Centrum chirurgických oborů a operačních sálů MNO*. Ostrava, 2014.
- [7] MEARING S.R.O. *Technická zpráva, PS 02.9 Měření a regulace: Centrum chirurgických oborů a operačních sálů Městské nemocnice Ostrava*. Ostrava, 2014.

## **SEZNAM PŘÍLOH**

Příloha P 01	Schéma regulace
Příloha P 02	Půdorys 5.NP
Příloha P 03	Schéma systému MaR
Příloha P 04	Seznam kabelů

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Barevný kód zásuvkových vývodů v nemocničním pokoji.....	16
Obrázek 2 Řízení otáček ventilátoru pomocí frekvenčního měniče.....	24
Obrázek 3 Umístění protiúrazové ochrany za topný výměník. ....	25
Obrázek 4 Signalizace zanesení vzduchotechnických filtrů. ....	26
Obrázek 5 Snímání chodu ventilátoru pomocí diferenčního tlakového spínače. ....	27
Obrázek 6 Ovládání VZT jednotek z místností.....	28
Obrázek 7 Princip měření talkové difference pro zanášení 3.stupně filtrace. ....	29
Obrázek 8 Princip regulace teploty a měření talkové difference pro zanášení 3. stupně filtrace v jednom aseptickém operačním sále.....	30
Obrázek 9 Příklad návrhu IRC regulace pro vybrané místnosti.....	32

## **SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1 Příпустné doby přepnutí na náhradní zdroj po výpadku sítě .....	15
---	----